



جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تأسست في ٣ دسمبر سنة ١٢٩٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكي بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

✽ النشرة السادسة للسنة الثالثة ✽

٢٦

محاضرة

في تقنيت احجار البناء في مصر

لحضرة امام افندي شهبان

ألقيت بمجموعة المهندسين الملكية المصرية

في ٢٦ يناير سنة ١٩٢٣

الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه المصحات من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه المصحات للذكر وكل تند يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالخبر الأسود
(شيفي) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

ESEN-CPS-BK-0000000250-ESE

00426329

تفتت احجار البناء فى مصر

لمحاضرة امام افندى شعبان

نلاحظ فى جميع مدن القطر المصرى وخصوصا القاهرة كثيرا من الجدران محتوية على احجار فى حالة انحلال وهذا الانحلال الذى ينتاب احجار البناء لا يتعدى مترا او مترا ونصفا فوق سطح الارض ويكون عادة اشد ما يمكن عند سطح الارض او بقربه

وغالبا يصحب التحلل قشرة أو غطاء من مسحوق أبيض والعوامل التى تدمر الصخور هى تغير درجة الحرارة . والصقيع . وعمل الماء . والبلل والجفاف . والاحماض . والغازات التى بالماء

(١) اختلاف درجة الحرارة وبالاخص ذلك الاختلاف المحسوس الذى يحصل فى مصر بين الليل والنهار هو عامل مهم فى تفتت الصخور اذ فى اثناء النهار يسخن سطح الصخر بدرجة عظيمة فيتمدد اكثر من باقى أجزائه بينما فى الليل يبرد فينكمش . وهكذا يعانى الصخر حالة اجهاد مستديم ويتسبب عنه اخيرا تشقق السطح الخارجى وانهياره

(ب) الصقيع هو أقوى العوامل فى تدمير الصخور فان الندى الموجود فى المسام والشقوق يتجمد فيتمدد وعلى ذلك ينشق الصخر ولكن هذا

لا يحصل في مصر الا هم الاعلى ارتفاعات عظيمة في الصحراء الشرقية

(ج) يعمل الماء آليا بظريقتين

اولا : بالبرى او التآكل المباشر

ثانيا : بتخلله جسم الصخر وتدمير قوة التماسك الموجودة بين

الذرات المتجمعة

(د) تعاقب البلل والجفاف ايضا يفكك ويفصل اجزاء الصخر المختلفة

وبذلك يجعله اكثر عرضة لزيادة عمل المؤثرات المغتنة الاخرى التي

تعمل عليه بعد ذلك

(هـ) اكسيجين الهواء والاحماض التي يمكن ان تكون معه هي عوامل

فعالة في تغتت الصخر ولها عمل مباشر على الحجر اذ تحوله من حالته

الاصلية الى حالة فيها يكون اكثر استعدادا لان يتغتن الى قطع صغيرة

(و) الماء بصفة عامة لا يوجد نقيا تمام النقاء وكذلك الصخر لا يكون

غير قابل للذوبان بالمرة ولكن لما تكون العملية مستديمة الآلاف السنين

والامل الفعال فيها متجدد دائما فان الماء في الحقيقة مذيبي لا يستهان

به حتي على اقصى الصخور صلابة ويشدد ذلك حينما يحتوى الماء على

اجسام مختلفة لها القدرة على التآكل مثل ثاني اكسيد الكربون او

حوامض عضوية او نواتج او كربونات قلووية

على ان اكثر العوامل التي ذكرت يمكن اهمالها في الموضوع الذي

يُبحث فيه وهو (تآكل أحجار البناء عند سطح الأرض وبقربه
المصحوب بتكون مسحوق ايضاً) وهي مع كونها ذات تأثير الا انه
لا يمكن عدها اسباباً رئيسية للتفتت المشار اليه

فالتأثيرات الناتجة عن تغير درجة الحرارة يمكن اهمالها لانها تعمل
على جميع سطح البناء وليس فقط على الجزء الاسفل منه وعمل الصقيع
ايضاً لا يلتفت اليه حيث ان الصقيع في وادي النيل نادر

عمل الماء الآلى بالبري أو بالتآكل المباشر يحمل أيضاً اذ انه لا يحصل
الا اذا كانت كميات عظيمة من المياه الجارية تعمل مدة كبيرة من الزمن
تأثيرات الاجسام التي لها قوة تآكل والموجودة في الهواء وفي ماء
المطر يمكن ايضاً إلحاقها بما سبقها اذ هي ايضاً لا توجه عملاً نحو الاحجار
التي في اسفل البناء بالذات فضلاً عن ان هذه الاجسام في مصر لا توجد
الا بكميات دقيقة وهي تحتاج الى عدد كبير من السنين لتحدث نفس
النتائج المعروف أنها تحدث بسرعة

قد عرفنا ذلك ولم يبق علينا الا ان نرجع الى المسحوق الايض
الذى يصحب الانحلال وتبين العلاقة التي يجب ان تكون بينه وبين
الحجر المفتت

فهل يمكن ان يكون هو سبب الضرر حقاً أو هل هو فقط ملازمة
عرضية ثم اذا كان هو السبب فبأي طريقة يعمل عمله ؟

ولمحاولة الاجابة على هذه الاسئلة قد عملت بمدرسة الهندسة
سلسلة التجارب الآتية بعد

وكان من المسلم به عند البدء فى اجراء التجارب ان السبب الذى
يبحث عنه لا يعمل الا مع وجود الرطوبة اذ من العيب ان نتظر
حدوث اى تفاعل كان بين ملح جاف وحجر جاف قد وضعنا مع
بعضهما ومن هنا قد وضع الماء اثناء اجراء جميع التجارب

(التجربة الاولى) اخذ خمسة مكعبات صغيرة من مختلف حجر
الجير المستعمل فى البناء وكلها من غير النوع الجيد ووضع كل منها فوق
طبقة من الرمل فى قاع اناء مفرطح وفى حالتين ندى الرمل من وقت
لاخر بماء مقطر وفى حالة بمحلول ١٠ ٪ من كلورور الصوديوم وفى
أخرى بمحلول بمقدار ١٠ ٪ من ازونات الصوديوم وفى الباقية بمحلول
١٠ ٪ من كربونات الصوديوم وفى كل حالة كان يتعاقب البلل والجفاف
. تبلل الاحجار بواسطة امتصاص الماء من الرمل وتجفف بين قترات
التندى . وقد استغرقت التجربة مدة طويلة كانت تلاحظ الاحجار
يوميا وترصد تغيراتها

ويمكن ان نلخص النتائج على الوجه الآتى

(الحالة الاولى والثانية) التى أستعمل الماء المقطر فيها

شوهتكون مساحيق املاح طفيفة فى السطح الاعلى وفى جهات

منه خصوصاً اركانها العليا وانفصلت قليلاً طبقة رقيقة عن سطح الحجر بواسطة نمو البلورات تحتها وبعد ما غسل الحجر وجد سطحه متأكلاً وبه قعر

(الحالة الثالثة) التي استعمل فيها كلورور الصوديوم في هذه الحالة ولو أنه قد شوهدت كمية لا بأس بها من المسحوق الا أنه لم يظهر بشكل ظاهر ولا انفصال يذكر في طبقة سطحية بنمو البلورات على انه بأزالة المسحوق وجد بالسطح قعر طفيف

(الحالة الرابعة) التي استعمل فيها ازونات الصوديوم تكونت فيها كمية لا بأس بها من المسحوق وعند ازالته وجدناً كل طفيف

(الحالة الخامسة) التي استعمل فيها كربونات الصوديوم في هذه الحالة تكونت بسرعة كمية كبيرة من المسحوق وفي أماكن من الحجر انفصلت من سطحه طبقة رقيقة بسرعة بواسطة نمو البلورات تحتها وهذه البلورات التي تختلف في الطول من خمسة إلى عشرة مليمترات كانت على شكل الابرة وخارجة من الحجر كأنها مثبتة برووسها وكان التفتت يتزايد يوماً بيسبب نمو البلورات المتواصل وقد عمات عدة تجارب أخرى مشابهة لهذه منها واحدة استغرقت مدة ثلاثة أشهر ويستنتج منها انه يمضي المدة يكون التأثير اقوى وأنه

باستعمال احجار مندمجة وليست بذات مسام كبيرة يقل التأثير نوعا
ثم لوحظ ازالة اللون المعادن كالحديد أن كان بالاحجار معادن . وقد
اختبر عدد كبير من المباني التي شوهد في احجارها علامات التفتت
ففي كل حالة كانت كمية الاملاح في الاحجار المفتة كبيرة وقد وجدت
ان انفصلت طبقة البياض عن الحائط ووجدت طبقة من كلورور الصوديوم
نقى تقريبا يبلغ سمكها أحيانا مليمترا أو ربما مليمتين . وفي احوال
أخرى وجدت تجاوزيف صغيرة في الحجر مملوءة بمسحوق كلورور
الصوديوم وفي الحقيقة قأن كلورور الصوديوم هو اهم ما تحتويه جميع
المساحيق التي اختبرناها ولو ان معه أحيانا أذونات وكبريتات

فالنسبة المحققة التي يصل اليها الانسان من كل الملاحظة والتجربة
هي أنه فضلا عن التفتت الذي ينشأ عن تغيرات درجة الحرارة أو عن
عملية التأكسد بواسطة الهواء أو عن عملية التآكل بواسطة الاجسام
الحمضية سواء في الجو أو المطر فإن في مصر أيضا تفتت مهم في احجار
البناء قرب سطح الارض في غالب الاحيان وأن هذا التفتت يشترط فيه

(١) وجود الرطوبة

(٢) درجة مسامية الحجر

(٣) وجود املاح سهلة الذوبان أما في الحجر أو في الارض

(٤) سهولة تبلور الاملاح ببخر ماء محلولها

في حالة تفتت الاحجار قرب سطح الارض يأتي الماء بلا خلاف من الارض التي دائما تكون في حالة من التشبع وهذا التشبع في زمن فيضان النيل ينشأ من نشع المياه بينما في فصل الربيع وأوائل الصيف حين انخفاض ماء النيل توجد حالة مشابهة للاولى تنشأ من رش الحقائق والطرق التي تحيط المباني بغزارة ولا يفوتنا أن تشبع الطبقات بالمواد البرازيه الناتجة من المنازل الغير متصلة بالمجارى العمومية من اهم اسباب انحلال المونة والاحجار

أن مجرد تخلل الماء في جسم الحجر يعمل على افساد قوة التماسك الموجودة بين اجزائه المتجمعة واذا تعاقب على الاحجار كما هي الحال عادة البلل والجفاف ففي هذه الحالة تزيد عملية التفتت كثيرا وتشتد اكثر مع وجود أملاح مذابة ككلورور الصوديوم وكربونات وكبريتاته او غيرها ويوجد في جميع احجار البناء العادية المستعملة في مصر بعض من هذه الاملاح

وحيثما وجدت كربونات قلوية يري زيادة عن التفتت الطبيعي النتائج عن مجرد تبلور الاملاح تفاعلا كيميائيا بدرجة خاصة يوجه عمله نحو مركبات الحديد الموجودة بالحجر

ولما كان سبب التفتت هو دخول الرطوبة والاملاح الذائبة الآتية من الارض غالبا وما يتبعه بعد ذلك من تبخر الماء وتبلور الاملاح فإن

العلاج الواضح هو منع أي ماء من الوصول إليها أو بعبارة أخرى تمنع الاملاح الذائبة من التمكن من اختراق الاحجار وتمنع الرطوبة من الصعود بطريقتين

(١) بواسطة طبقة قوية غير مرشحة للماء

(٢) باستعمال احجار مندمجة ليست كثيرة المسام

فالطريقة الاولى هي الوسيلة العادية المتخذة لمنع صعود الرطوبة وهي تقتصر في أن يفصل بين طبقات البناء قرب سطح الارض بطبقة غير مرشحة . والمواد المستعملة عادة في هذا الغرض هي الاسفلت والاسمنت وحجر الاردواز ودهان الحوائط بالقطران

والطريقة الثانية هي باستعمال الاحجار التي من النوع الجيد وهو عمل أساسي في الابنية التي مثل الكباري والسدود وغيرها ففيها لا يمكن أن نستعمل طبقة غير مرشحة لان الماء يعالو عليها والخواص المميزة للاحجار الجيدة هي أنها ليست بذات مسام فلا تمتص الماء أو محاليل الاملاح وبذلك استغنيانا بها عن طبقة غير مرشحة . وانها زيادة على ذلك خالية من الاملاح اللهم الا الطفيف . ولها على العموم قوة مقاومة كبيرة ومن العوامل التي تمنع صعود الرطوبة ايضا اتصال المنازل بالمجاري العمومية لتصرف ماء الفضلات بدلا من خزنه تحت المنازل

﴿ الاحجار الجيرية في مصر ﴾

تختلف الاحجار الجيرية الموجودة بقرب القاهرة في الصفات .
فأشدها اندماجا هي التي يدخل في تركيبها جزء قليل في المائة من مواد
طينية كمحاجر أثر النبي المشهورة ويستخرج منها الحجر الذي يطلق
عليه اسم (بآور) وتستعمله مصلحة الري

ويمكن أن يقال بصفة عامة أن شدة اندماج الاحجار الجيرية تقل
في شمال وجنوب هذا الموضع فمن جهة الشمال يجلب من جبل الجيوشى
احجار جيرية شديدة الاصفرار بالنسبة لغيرها ومن جهة الجنوب يجلب
من المعصرة وحلوان واحجار اخرى مهلهة النحت

أما احجار أثر النبي فتستعمل في المباني التي تحتاج الى متانة واحجار
الجيوشى وحلوان فتستعمل في المباني التي ليست ذات قيمة

والاحجار اللينة التي تجلب من المعصرة وحلوان تستعمل في التبليط
وأعمال الزخرفة

ويجلب من محجر الدويقة اجود انواع الجير ومن محاجر عين موسى
حجر جبرى متين نختو على المغنسيوم

وفي تلأل (اجران الغول) الواطئة التي في شمال شرق اهرامات
الجيزة يوجد حجر يستحق عناية خاصة لاستعماله في الاعمال التي

نحتاج الى صلابة وقوة مقاومة كحجر الرخام والصوان
ولا بد قبل استعمال الاحجار من ايجاد النسبة المثوية لما تحتويه
من الاملاح والمستام وكذا معرفة مقاومتها للضغط

واحسن احجار البناء القرينة من القاهرة التي تجلب من محاجر
أثر النبي . والاحجار الاخرى الجيدة مرتبة بحسب درجة جودتها هي :

البساتين . الرقاعي . التبليطة . العارة . المطابق . دير القين
والمحاجر الباقية ومنها اثني عشر محجراً يستخرج منها الحجر في
الدرجة الثانية من الجودة على أنها نافعة في الأغراض العادية التي مثل
الاسوار والابنية التي ليس لها اهمية وفي الاجزاء العلوية في أغلب المباني
حيث ان طبقة البياض التي تستعمل عادة لتغطية الحجر كافية لوقايتها
من الطوارئ

ومعظم أحجار الاساسات في مباني القاهرة تجلب من الجبل الاحمر
وحجر الدستور للوجهات من عيون موسى والدبش العادي من طره
والسلام من جبل هيصم والبلاط من المعصرة وحلوان والرمال من العباسية
والجير من أبي السعود والخرصان من

(١) الجبل الاحمر

(٢) احجار جيرية صلبة من بأور بمصر القديمة

الخلاصة

إذا لاحظتم حضراتكم الاراضى الفضاء الكائنة بشبرا مثلا تجدون ان مياه الرشح انخفضت بعد انخفاض النيل وتركبت بعدها طبقة من الاملاح برهاننا على ماسبق شرحه من عمل هذه المياه على الجدران اذا يجب وقاية الجدران بطبقة صماء مانعة للرطوبة من اسفل كما انه يجب دهان الجدران بالقطران أو بمادة اخرى لمنع تأثير مياه الطبقات الملاصقة للجوانب وباستعمال مونة الاسمنت

وكثير من الناس يردمون حول الاساسات بدل عمل بدروم للتهوية وفى حالة الردم يجب ان يكون الردم بالرمل وليس بالاتربة والطين لان الخاصية الشعرية فى الطين أقوى منها فى الرمل فاذا كان الردم من الطين ارتفع ماء الرشح وعمل على جوانب الحوائط الداخلية والخارجية بخلاف الرمال فانه لا يرتفع فيها بنسبة ارتفاعه فى الطين وللرمل مزية اخرى وهى توزيع الحمل بانتظام على مسافات كبيرة بعكس الاتربة والطين ولذلك تجدون حضراتكم ارضية الادوار الارضية جافة وسليمة وفى مستوا واحد اذا كان الردم من الرمال اما اذا كان الردم من الطين فانتا نجد خشب الارضية مقوس ورطب وفى بعض الاحيان فى حالة تعفن

مِنْ أَجْلِ أَنْ يَكُونَ يَتَمَنَّى عَلَى الْفَهْلَانِ
مَجْرُورًا الْكَلْبُ الْخَدِيوَةُ لَهَا مِرْغَابُهَا فِي